

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-157328

(43)Date of publication of application : 29.05.1992

(51)Int.Cl.

G01F 1/84

(21)Application number : 02-282363

(71)Applicant : TOKICO LTD

(22)Date of filing : 19.10.1990

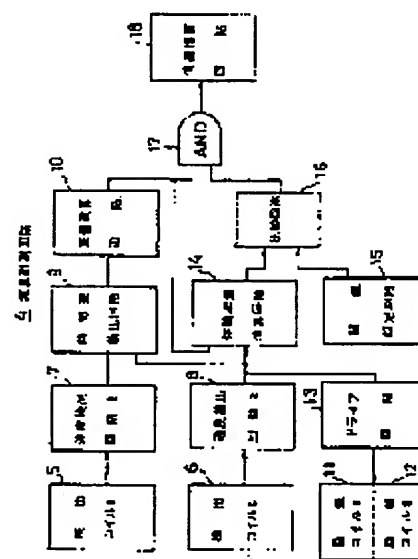
(72)Inventor : SUGIMOTO KOYATA  
NAKAMURA AKIRA

## (54) MASS FLOWMETER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent measuring errors due to the cleaning operation by a method wherein the characteristic of a fluid flowing in a sensor tube is detected, a threshold value of tone characteristic of the fluid is set, the detecting value is compared with the threshold value, and the fluid running in the sensor tube is discriminated.

**CONSTITUTION:** The vibration of two sensor tubes where a fluid is running is detected by detecting coils 5, 6. The speed of the fluid is detected by a detecting signal of the coils 5, 6 in speed detecting circuits 7, 8. The time difference (phase difference) of output signals from the circuits 7, 8 is detected by a time difference detecting circuit 9, multiplied with a certain coefficient in a flow rate operating circuit 10. Accordingly, the mass flow is obtained. The volumetric flow rate of tone fluid running in the sensor tubes is calculated by a volumetric flow rate operating circuit 14, which is compared with a threshold value set in a threshold value setting circuit 15 by a comparison circuit 16. As a result, the fluid running in the sensor tubes is discriminated as to whether it is a fluid to be measured or a cleaning fluid. The flow rate signal from the circuit, 10 is input to an AND circuit 17 and output to a flow rate integrating circuit, 18 in accordance with the signal from the circuit 16.



**BEST AVAILABLE COPY**

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-157328

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>  
G 01 F 1/84

識別記号 庁内整理番号  
7187-2F

⑬ 公開 平成4年(1992)5月29日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 質量流量計

⑯ 特 願 平2-282363

⑰ 出 願 平2(1990)10月19日

⑱ 発 明 者 杉 本 小 弥 太 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号 トキコ株式会社内

⑲ 発 明 者 中 村 明 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号 トキコ株式会社内

⑳ 出 願 人 トキコ株式会社 神奈川県川崎市川崎区富士見1丁目6番3号

㉑ 代 理 人 弁理士 伊東 忠彦 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

質量流量計

2. 特許請求の範囲

流体が通過するセンサチューブを振動させ、該センサチューブの振動に伴って発生するコリオリ力による該センサチューブの変位を検出する質量流量計において、

前記センサチューブを流れる流体の特性を検出する検出手段と、

該流体の特性に関する閾値を設定する閾値設定手段と、

前記検出手段からの検出値と前記閾値設定手段からの閾値とを比較し、前記センサチューブを流れる流体を判別する比較手段と、

を具備してなることを特徴とする質量流量計。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は質量流量計に係り、特にコリオリ力を利用して流体の質量流量計を計測する質量流量

計に関する。

従来の技術

流量は流体種類、物性(密度、粘度など)プロセス条件が(温度、圧力)などによって影響を受けない質量で表わされることが望ましい。そのため、さまざまな質量流量計が開発されている。

従来の質量流量計としては、被測流体の体積流量を計測しこの計測値を質量流量に換算する間接形質量流量計と、被測流体の質量流量を直接計測する直接形質量流量計があり、特に流量をより高精度に計測できる直接形質量流量計の一つとしてコリオリ力の力を利用したコリオリ式質量流量計が知られている。

このコリオリ力を利用する質量流量計としては、例えば、U字状に形成された一対のセンサチューブを流入口、流出口を有する流量計本体に接続し、一対のセンサチューブをお互いに近接、離間する方向に振動させ質量流量に比例するコリオリ力の発生に伴うセンサチューブの変位を検出して質量流量を得る構成のものがある。

発明が解決しようとする課題

しかるに、上記の如くコリオリ力を利用して流量計測を行う質量流量計では、液体、気体だけでなく液中に泥状物質が混入したスラリー等さまざまな流体の流量を計測することができるため、種類の異なる流体を1台で計測する場合がある。そのような場合、前回の流体がセンサチューブ等の管路に残っていると、今回の流体とが混合して化学反応を起こしたりあるいは食品等では前回の残留流体により汚染されて衛生上使用負荷となってしまうことがある。そのため、上記質量流量計においては、前回の流体と次に流す流体が反応することや混合することにより使用不可となることを防ぐため、流体切替時センサチューブ内にスチームあるいは洗浄液を流してセンサチューブ等の残留している前回の流体を除去しセンサチューブ内を洗浄する作業を行っている。

ところが、コリオリ力の質量流量計の場合、センサチューブの振動を一旦止めてしまうと、計測再開時センサチューブを所定の振動数で振動させ

れる流体を判別する比較手段と、  
を具備してなる。

作用

センサチューブ内を洗浄するスチームあるいは洗浄液の特性（体積流量、密度又は温度）を検出して被測流体か否かを判別することにより、スチームあるいは洗浄液の流量を推算しないようにして洗浄工程による計測誤差発生を防止しうる。

実施例

第1図及び第2図に本発明になる質量流量計の第1実施例を示す。

両図中、質量流量計1は流体が流れるセンサチューブ2、3を振動させ、振動に伴うコリオリ力によるセンサチューブ2、3の変位を検出して流量計測を行う流量計測回路4を有する。流量計測回路4は、センサチューブ2、3の振動を検出する検出コイル5、6と、検出コイル5、6からの検出信号より速度を検出する速度検出回路7、8と、速度検出回路7、8から出力された出力信号の時間差（位相差）を検出する時間差検出回路

特開平4-157328 (2)

までの次の流体の流量計測ができないため、センサチューブを振動させたままで洗浄作業を行うことが多い、その場合、センサチューブ内を流れるスチームあるいは洗浄液の流量が計測されてしまい、そのまま流量として推算されてしまうといった課題が生ずる。

そこで、本発明は洗浄時の流体を判別し、被測流体の流量のみを計測するよう構成した質量流量計を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

本発明は、流体が通過するセンサチューブを振動させ、該センサチューブの振動に伴って発生するコリオリ力による該センサチューブの変位を検出する質量流量計において、

前記センサチューブを流れる流体の特性を検出する検出手段と、

該流体の特性に関する閾値を設定する閾値設定手段と、

前記検出手段からの検出値と前記閾値設定手段からの閾値とを比較し、前記センサチューブを流

れる流体を判別する比較手段と、この時間差検出回路9により検出された時間差にある係数を掛けて質量流量を算出する流量演算回路10とを有する。さらに流量計測回路4は、センサチューブ2、3を励振する励振コイル11、12と、速度検出回路2からの速度信号に応じた励振コイル11、12に駆動電流を流し、センサチューブ2、3を所定の周波数で振動させるドライブ回路13と、を有する。

14はセンサチューブ2、3を流れる流体の体積流量を算出する体積流量演算回路で、15は通常計測される被測流体の体積流量に対する閾値を設定する閾値設定回路である。比較回路16は体積流量演算回路14からの体積流量値と閾値設定回路15からの閾値とを比較し、その結果よりセンサチューブ2、3を流れる流体が被測流体であるか、洗浄用の流体であるのかを判別する。

流量演算回路10からの流量信号はAND回路17に入力され比較回路16からの信号に応じて流量演算回路18へ出力される。

ここで、質量流量計1の構成について説明する。

## 特開平4-157328 (3)

第2図乃至第6図に示す如く、質量流量計1は一对のセンサチューブ2、3がマニホールド21に取付けられている。マニホールド21は流入管22と流出管23との間に設けられ、流入管22に接続された流入路21aと流出路23に接続された流出路21bとを有する。

なお、第3図及び第4図に示すように、流入路21aは左右に分岐するマニホールド21の接続口21a<sub>1</sub>と21a<sub>2</sub>に連通している。流出路21bも流入路21aと同様に、マニホールド21の分岐した接続口21b<sub>1</sub>と21b<sub>2</sub>に連通している。

一方のセンサチューブ2は、流入路21aの接続口21a<sub>1</sub>に接続され、配管方向に延在する直管部2aと、流出路21bの接続口21b<sub>1</sub>に接続され配管方向に延在する直管部2bと直管部2a、2bの先端でおり返すように曲げられた曲部2c、2dと、曲部2cと2dとを接続するU字状の接続部2eとからなる。

他方のセンサチューブ3は上記センサチューブ

2と同一形状に形成され、直管部3a、3bが直管部2a、2bと平行となるようにセンサチューブ2と左右対称に設置されている。なお、センサチューブ2、3の接続部2e、3eは流出管23の周囲に遊嵌するリング24cに固定されたブラケット24a、24bに支持されている。

一对のセンサチューブ2、3の直管部2a、2b、3a、3bは支持板25を貫通し、支持板25に溶接で固定されるとともに、その端部にマニホールド21の各接続口21a<sub>1</sub>、21a<sub>2</sub>、21b<sub>1</sub>、21b<sub>2</sub>に接続固定されている。支持板25の中央には穴25aが穿設されており、流出管23はこの穴25aを貫通する。

第2図および第6図に示すように、流入側の直管部2aと3aとの間、および流出側の直管部2bと3bとの間には、ピックアップ26、27が設けられている。ピックアップ26、27は前述した検出コイル5、6が直管部3a、3bに固定され、検出コイル5、6の両側に対向するマグネット5a、5b、6a、6bが直管部2a、2

bに固定されている。28、29は加振器で、直管部2aと2bとの先端間、直管部3aと3bとの先端間に設けられている。

ここで、加振器28、29による加振の方法について説明する。加振器28、29は電磁ソレノイドと同じ構造なので、励振コイル11、12に通電されると、励振コイル11、12とマグネット部28a、28bの間には吸引または反発力が発生する。センサチューブ2の固有振動数で励振コイル11への電流を変化させれば、センサチューブ2の直管部2aと2bは音叉のように対向して振動し、支持板25とセンサチューブ2との接続された部分が振動の節となる。また、センサチューブ3の固有振動数で励振コイル12の電流を変化させれば、センサチューブ3の直管部3aと3bは音叉のように対向して振動し、支持板25とセンサチューブ3との接続された部分が振動の節となる。

ピックアップ26と27は、直管部2a、2b、3a、3bの振動を磁界中に置かれた検出コイル

5、6の速度変化として測定している。そこで、このピックアップ26と27の信号から直管部2a、2b、3a、3bの振幅が一定となるように、励振コイル12への電流を求めて供給すれば、センサチューブ2、3を最小電流で振動させることができる。センサチューブ2、3内を流体が流れると、流体の流れと振動の作用によりコリオリ力が発生する。このコリオリ力の方向は、流体の運動方向とセンサチューブ2、3を励振する振動方向（角速度）のベクトル積の方向で、コリオリ力の大きさは、センサチューブ2、3を流れる流体の質量とその速度に比例する。流入側の直管部2a、3aでは、その先端にいくほど振幅が大きくなるので流体には振動方向の加速度が与えられ、流出側の直管部2b、3bでは、マニホールド14側に近づくほど振幅が減るので負の加速度が与えられる。

このことにより、流入側の直管部2a、3aでは振動を押さえるようにコリオリ力が働き、流出側の直管部2b、3bでは振動を加速するように

## 特開平4-157328 (4)

コリオリ力が働く。そのため、流体がセンサチューブ2、3を流れると、センサチューブ2、3をねじる方向にコリオリ力が働く。この変形はセンサチューブ2、3に流れた流体の質量流量に比例するから、流入側に取付けた検出コイル11（ピックアップ26）と流出側に取付けた検出コイル（ピックアップ27）の出力信号は質量流量に比例してある時間差 $\tau$ （位相差）を生じる。この時間差を測定すれば、質量流量を求めることができる。

第1図において、時間差から質量流量を求める回路部分が、時間差検出回路9と流量演算回路10である。時間差検出回路9は、速度検出回路7と速度検出回路8の出力の時間差に比例した電圧を出力する、この電圧差が質量流量に比例しているの、センサチューブ2、3の形状に応じた係数（メータ定数に相当する）を掛け、瞬間質量流量を求めるのが、流量演算回路10である。

また、センサチューブ2、3の励振は次のように行われる。加振器28、29の励振コイル11、

12は直列に接続され、ドライブ回路13より、電流が供給される。速度検出回路7と8はセンサチューブ2、3の速度を検出し積分により、その最大振幅が一定の値となるような電流をドライブ回路13を通じて励振コイル11、12に供給して共振状態を維持する。

ここで、体積流量演算回路14が密度を計算し、その後体積流量を計算する方法について述べる。センサチューブ2、3の振動周波数を $f$ としたとき、この周波数 $f$ はセンサチューブ2、3のバネ定数 $K$ と質量 $M$ から関係から次式で求められる。

$$\omega = (K/M)^{1/2} \quad \dots (1)$$

角周波数 $\omega$ は周波数 $f$ に $2\pi$ を掛けたものである。この質量 $M$ はセンサチューブ2、3の質量 $M_s$ とセンサチューブ2、3の内部に充填された流体の質量 $M_f$ を加えたものに等しい。従って、センサチューブ2、3の質量 $M_s$ とセンサチューブ2、3の内部に充填された流体の質量 $M_f$ とから上記(1)式を書直すと、次式であらわされる。

$$\omega^2 = K / (M_s + M_f) \quad \dots (2)$$

この式(2)からセンサチューブ2、3の内部に充填された流体の質量 $M_f$ を角周波数 $\omega$ とバネ定数 $K$ とセンサチューブ2、3の質量 $M_s$ から表わせば、

$$M_f = K / \omega^2 - M_s \quad \dots (3)$$

となり、センサチューブ2、3の内容積 $V$ が既知であるので、流体の密度 $\rho$ が求められる。

流体の密度 $\rho$ は上記の式から、次のように表われる。

$$\begin{aligned} \rho &= (K / \omega^2 - M_s) / V, \\ &= (K' T^2 - M_s) / V, \quad \dots (4) \end{aligned}$$

である。ここで $T$ は振動周期で、 $K'$ はバネ定数 $K$ を $4\pi^2$ で割ったものである。すなわち、振動周波数 $f$ または角周波数 $\omega$ または振動周期 $T$ を測定すれば密度を求めることができる。体積流量演算回路14は速度検出回路8の出力側に接続され、振動周期 $T$ を測定している。

次に体積流量を求めるには流量演算回路10からの信号を利用する。体積流量演算回路14はいま計算した密度 $\rho$ と流量演算回路10の信号 $Q$ か

ら体積流量を計算する。体積流量 $V$ は、

$$V = Q \cdot \rho \quad \dots (5)$$

なので、簡単に計算回路で構成出来る。

ここで、スチーム等の洗浄液を流入した場合を考える。通常の流体を計測しているよりも体積流量が大きいので、体積流量演算回路14の出力が大きくなる。体積流量演算回路14の出力すなわち体積流量そのものは、比較回路16に入力されている。閾値設定回路15の出力は比較回路16の閾値を決定する端子に接続されている。比較回路16は入力端子の電圧が閾値端子よりも高い場合、Lレベルの信号を出力し、低い場合にはHレベルの信号を出力する（通常の比較回路と反対の出力ができるが、反転出力と考えればよい。）

ここで、閾値設定回路15の出力は洗浄液の体積流量よりも小さい値に設定されている。このため、流体が洗浄液である場合、比較回路16の出力はLレベルであり、流体が実際に測定したい被測流体の場合はHレベルとなる。即ち、センサチューブ2、3内を流れる流体の特性として体積

## 特開平4-157328 (5)

流量を計測することにより、流体が洗浄液であるか実際の計測したい被測流体であるか、比較回路16は判別できる。比較回路16の出力は、センサチューブ2、3の内部に計測すべき被測流体が入っているかを出力するので、質量流量が測定すべきものであるか正常であるかを外部への警告に使用できる。

本実施例では比較回路16の出力はAND回路17に供給される。従って、流量演算回路10から出力された流量信号がAND回路17に供給されたとき、センサチューブ2、3内に洗浄液が流れていると比較回路16の出力がLレベルとなるため、流量信号はAND回路17から出力されない、しかし、センサチューブ2、3内に計測すべき被測流体が流れるときは比較回路16の出力がHレベルになるため、流量演算回路10から出力された流量信号はAND回路17より流量演算回路18に供給され、積算される。

このように、体積流量により流体が洗浄液か測定すべき流体かを判別できるので、センサチュー

ブ2、3内を洗浄する際は、洗浄液の流量が積算されてしまうことを防止できる。そのため、質量流量計1を停止させずにセンサチューブ2、3内を洗浄することができ、洗浄終了後次の流体の計測を直ちに行うことができ、洗浄作業によるロスタイムをできるだけ短縮することができる。

第7図に本発明の第2実施例を示す。第7図において、流量計測回路31には上記第1実施例の体積流量演算回路14の代わりに流体の密度を算出する密度演算回路32が設けられている。

ここで、スチーム等の洗浄液をセンサチューブ2、3に流入させた場合を考える。通常の流体を計測している場合よりもスチームは質量が小さいので、測定流体M、とセンサチューブ2、3の質量M、を加えたチューブ全体の質量は軽くなる。しかし、センサチューブ2、3のパネ定数Kは変化しないから振動周波数fは上がる。従って、振動周期Tは短くなり、密度演算回路32は密度に比例した信号を出力する。

密度演算回路32の出力は比較回路16に投入

されている。閾値設定回路15の出力端子は比較回路16の閾値を決定する端子に接続されている。比較回路16は入力端子の電圧が閾値端子よりも高い場合、Hレベルの信号を出力し、低い場合にはLレベルの信号を出力する。閾値設定回路15の出力は洗浄液の密度より大きく実際の測定したい流体の密度よりも小さい値に設定されている。

このため、流体が洗浄液である場合、比較回路16の出力Lレベルであり、流体が実際に測定したい流体の場合はHレベルとなる。即ち、センサチューブ2、3内を流れる流体の特性として密度を測定することにより流している流体が洗浄液であるか実際の測定したい流体であるのか比較回路16は判別できる。比較回路16はセンサチューブ2、3の内部を流れる流体の種類を密度により検出できるので、質量流量が測定すべきものであるかを外部へ警告できる。

ここで洗浄液がスチームのように測定流体よりも密度が小さいもの考えたが、測定流体が軽くて、洗浄液が重い場合もあるが、これは、比較

回路16の出力の意味を逆として、即ち、比較回路16の入力端子の電圧が閾値端子よりも低い場合、Hレベルの信号を出力し、高い場合、Lレベルの信号を出力するようにすれば良い。

このように、流体の密度を計測することにより流体が洗浄液か測定すべき流体かを判別することができるので、洗浄液の流量が積算されてしまうことを防止でき、質量流量計1を停止させずにセンサチューブ2、3内を洗浄することができる。そのため、洗浄終了後次の流体の計測を直ちに行うことができ、洗浄作業によるロスタイムをできるだけ短縮することができる。

第8図に本発明の第3実施例を示す。

第8図において流量計測回路33には上記体積演算回路14の代わりに流体の温度を検出する温度センサ34と、湿度センサ34からの信号に基づき温度に比例した温度信号を出力する温度検出回路35とが設けられている。

ここで、スチームによりセンサチューブ2、3内を洗浄する場合を考える。スチームを洗浄液と

## 特開平4-157328 (6)

して使用する場合、例えば、180 度に加熱された蒸気が使用される。そのため、スチームは通常の被測流体よりも高温であり、センサチューブ 2、3 を流れる流体の特性として温度を温度センサ 34 により測定することにより、流体が洗浄液かあるいは測定すべき被測流体であるかを判別することができる。

温度検出回路 35 の出力は比較回路 16 に入力されている。閾値設定回路 15 の出力は比較回路 16 の閾値を決定する端子に接続されている。比較回路 16 は入力端子の電圧が閾値端子よりも高い場合 L レベルの信号を出力し、低い場合は H レベルの信号を出力する。閾値設定回路 15 の出力はスチームの温度より低く、測定すべき被測流体の温度より高い値に設定されている。

そのため、スチームをセンサチューブ 2、3 に流す場合、比較回路 16 の出力は L レベルであり、被測流体の場合は H レベルとなる。即ち、センサチューブ 2、3 内を流れる流体の密度を測定することにより、スチームか被測流体なのかを比較回

路 16 は判別できる。このように、センサチューブ 2、3 内を流れる流体の温度により洗浄液か否かを判別することができるので、洗浄液の流量が積算されてしまうことを防止でき、質量流量計 1 を停止させずにセンサチューブ 2、3 内を洗浄することができる。

尚、上記実施例では管路が第 2 図に示すような形状に曲げられたセンサチューブを例に挙げて説明したが、センサチューブの形状はこれに限らず、例えば直管状あるいは U 字状に形成されたセンサチューブにも適用できるのは勿論である。

## 発明の効果

上述の如く、本発明になる質量流量計は、センサチューブ内を洗浄するスチームあるいは洗浄液の特性（体積流量、密度又は温度）を検出して測定すべき被測流体であるか否かを判別することができるので、センサチューブを振動させたまま洗浄作業を行っても洗浄液の流量を被測流体の流量として積算することを防止できる。従って、洗浄作業による計測誤差発生を防止できるとともに、

センサチューブを振動させながら洗浄できるので、洗浄作業終了後次の流体の計測を直ちに行うことができ、洗浄作業によるロスタイムをできるだけ短縮して流量計測効率を高めることができる等の特長を有する。

## 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明になる質量流量計の第 1 実施例に適用された流量計測回路の構成図、第 2 図は質量流量計の斜視図、第 3 図、第 4 図は質量流量計の平面図、側面図、第 5 図、第 6 図は第 3 図中、V-V 線、VI-VI 線に沿う断面図、第 7 図は本発明の第 2 実施例の構成図、第 8 図は本発明の第 3 実施例の構成図である。

1…質量流量計、2、3…センサチューブ、4、31、33…流量計測回路、5、6…検出コイル、7、8…速度検出回路、9…時間差検出回路、10…流量演算回路、11、12…励振コイル、13…ドライブ回路、14…体積流量換算回路、15…閾値設定回路、16…比較回路、17…AND 回路、18…流量積算回路、26、27…

ピックアップ、28、29…加振器、32…密度演算回路、34…温度センサ、35…温度検出回路。

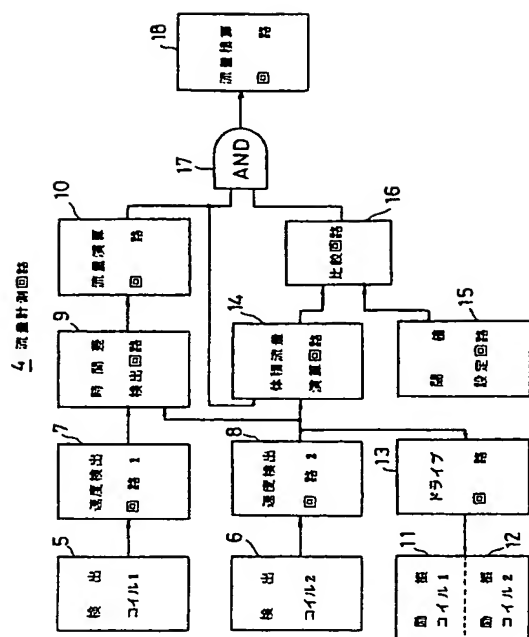
特許出願人 ト キ コ 株式会社

代理人 弁理士 伊 東 忠 彦

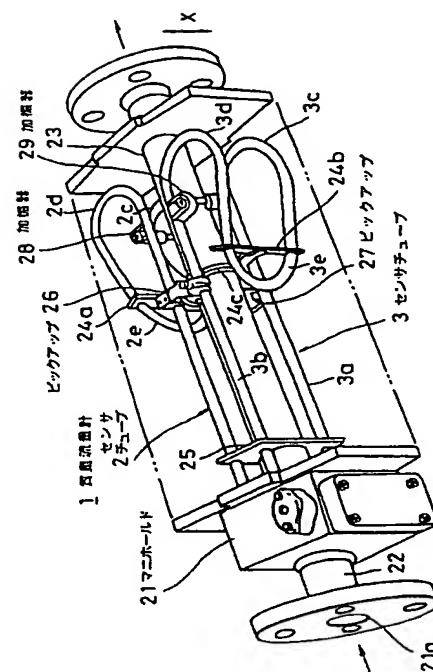
同 弁理士 松 浦 兼 行



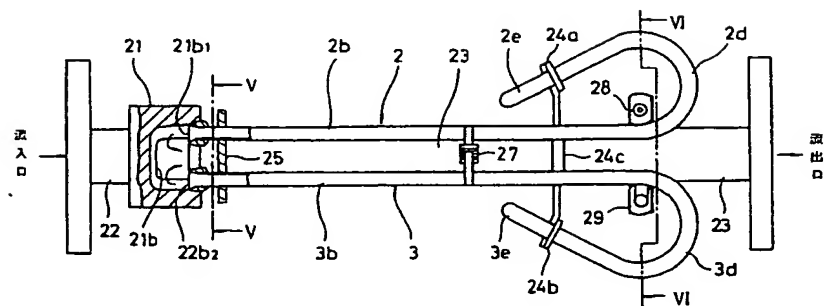
一 無



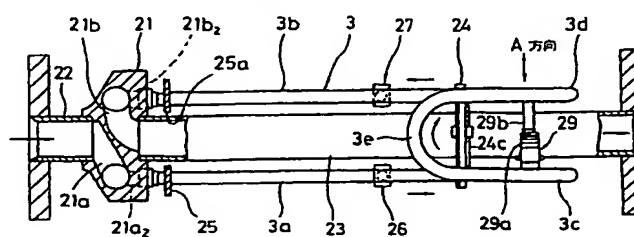
第 2 図



第 3 图

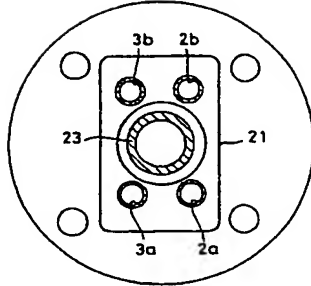


第 4 圖

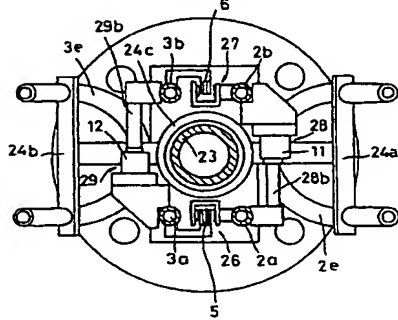


特開平 4-157328 (8)

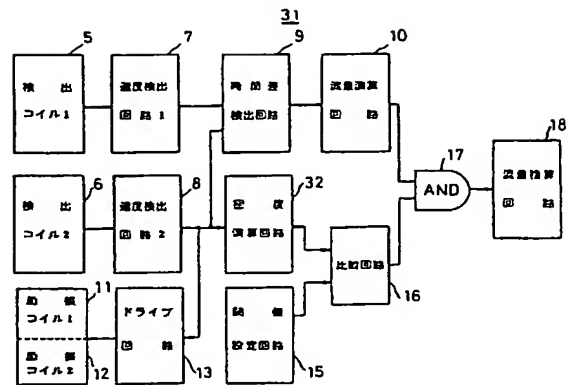
第 5 図



第 6 図

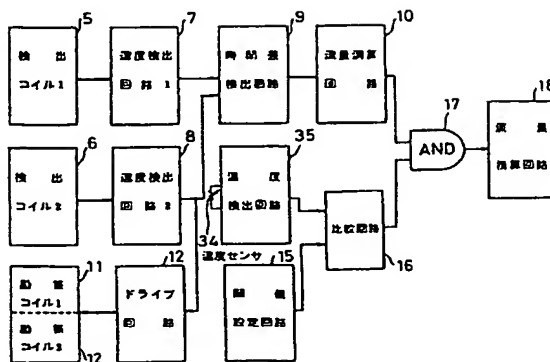


第 7 図



第 8 図

33



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**